

DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20221643

· 论 著 ·

应用主动筛查预防与控制重症监护病房患者多重耐药菌感染

陈 玉, 张朝辉, 樊发超

(三峡大学第一临床医学院 宜昌市中心人民医院重症医学科, 湖北 宜昌 443003)

[摘要] **目的** 通过对重症监护病房(ICU)患者采用主动筛查,分析主动筛查在 ICU 多重耐药菌(MDRO)感染预防与控制中的作用。**方法** 选取 2017 年 1 月 1 日—2020 年 12 月 31 日所有入住某院急诊 ICU 的患者,2017—2018 年未进行主动筛查的患者为对照组,2019—2020 年进行主动筛查的患者为干预组。比较两组患者感染情况、MDRO 感染情况及医疗不良事件发生情况。**结果** 对照组共 1 834 例患者,医院感染发病率 7.91%;干预组共 1 636 例患者,医院感染发病率 5.26%;两组比较差异有统计学意义($P = 0.002$)。对照组中 MDRO 感染患者 58 例,感染率 3.16%;干预组中 MDRO 感染患者 33 例,感染率 2.02%;两组比较差异有统计学意义($P = 0.035$)。干预组耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌(CRAB)、多重耐药/泛耐药铜绿假单胞菌(MDR/PDR-PA)、产超广谱 β -内酰胺酶(ESBLs)细菌的例次感染率均低于对照组,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。MDRO 呼吸道感染率对照组为 2.84%,干预组为 1.77%,两组比较差异有统计学意义($P = 0.038$)。干预组的平均总住院日数、ICU 住院日数均低于对照组,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。干预组 MDRO 感染患者医疗不良事件发生率低于对照组(6.06% VS 25.86%),差异有统计学意义($P = 0.006$)。主动筛查阳性率与细菌学培养阳性率比较,差异无统计学意义($P = 0.067$),主动筛查灵敏度为 87.13%,特异度为 97.29%。**结论** 实施主动筛查可以早期识别 MDRO 携带者,尽早了解 MDRO 感染和定植情况,可降低 ICU 患者医院感染率和 MDRO 感染率,降低住院日数和医疗不良事件发生率。

[关键词] 主动筛查; 多重耐药菌; 感染防控; 隔离; 医院感染

[中图分类号] R181.3⁺2 R197.323.4

Application of active screening to prevent and control multidrug-resistant organism infection in patients in intensive care unit

CHEN Yu, ZHANG Chao-hui, FAN Fa-chao (Department of Critical Care Medicine, Yichang Central Peoples' Hospital, First Clinical Medical College of Three Gorges University, Yichang 443003, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the role of active screening in the prevention and control of multidrug-resistant organism (MDRO) infection in intensive care unit (ICU) through active screening on patients in ICU. **Methods** Patients who were admitted to the emergency ICU of a hospital from January 1, 2017 to December 31, 2020 were selected, patients who didn't conduct active screening from 2017 to 2018 were in control group, those who underwent active screening from 2019 to 2020 were in intervention group. Infection status, MDRO infection and adverse medical events of two groups of patients were compared. **Results** A total of 1 834 patients were in control group, incidence of healthcare-associated infection (HAI) was 7.91%; 1 636 patients were in intervention group, HAI rate was 5.26%; there was significant difference between two groups ($P = 0.002$). 58 patients (3.16%) in control group and 33 patients (2.02%) in intervention group had MDRO infection, there was significant difference between two groups ($P = 0.035$). Case infection rates of carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* (CRAB), multi-drug-resistant/pandrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* (MDR/PDR-PA) and extended-spectrum β -lactamases (ESBLs)-producing bacteria in intervention group were all lower than those in control group (all $P < 0.05$). MDRO

[收稿日期] 2021-07-12

[作者简介] 陈玉(1994-),女(土家族),湖北省五峰县人,医师,主要从事重症医学研究。

[通信作者] 张朝辉 E-mail: zhangzhaohui0316@163.com

respiratory tract infection rates in control group and intervention group were 2.84% and 1.77% respectively, there was significant difference between two groups ($P = 0.038$). The average total hospitalization days and ICU hospitalization days in intervention group were both lower than those in control group (both $P < 0.05$). Incidence of adverse medical events in patients with MDRO infection in intervention group was lower than that in control group (6.06% vs 25.86%), difference was statistically significant ($P = 0.006$). There was no significant difference in positive rate of active screening and that of bacterial culture ($P = 0.067$), the sensitivity and specificity of active screening were 87.13% and 97.29% respectively. **Conclusion** Implementation of active screening can early identify MDRO carriers, understand MDRO infection and colonization as early as possible, reduce HAI rate and MDRO infection rate of ICU patients, and reduce hospitalization days and incidence of adverse medical events.

[Key words] active screening test; multidrug-resistant organism; infection prevention and control; isolation; healthcare-associated infection

尽管近年来重症医学发展迅速,但重症监护病房(ICU)患者的医院获得性感染发病率仍高于非ICU病房患者^[1],可能与患者疾病严重程度、基础疾病、接受侵入性操作、频繁与医护人员密切接触及过多的抗菌药物使用有关。多重耐药菌(MDRO)感染的早期判别可以指导临床医生进行适当经验治疗的同时避免耐药菌株传播。迄今为止,在许多感染控制相关指南中都建议使用“筛查、隔离和根除”的措施,目的是及早发现 MDRO,有效防止其传播,从而减轻细菌感染负担,但仍然缺乏支持这种感染控制策略的有效证据^[2]。部分研究^[3-4]认为,主动筛查投入的人力、物力及经济成本过高,其成本-效益比受到质疑。部分研究^[5-7]认为积极筛查和隔离对 MDRO 感染的预防和控制有重要价值,有助于早期识别患者 MDRO 感染和定植情况,以便尽早地采用消毒隔离措施减少医院感染,更加合理使用抗菌药物,从而降低 MDRO 传播的风险。本研究主要通过通过对入住三峡大学第一临床医学院急诊科 ICU 的患者采用主动筛查结合预先隔离的干预模式,即主动进行微生物培养、预防性隔离,并对抗菌药物使用、环境物品消毒等感染防控重点环节进行管控,分析主动筛查在 ICU MDRO 感染的防控与治疗中的作用。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取 2017 年 1 月 1 日—2020 年 12 月 31 日所有入住宜昌市中心人民医院急诊 ICU 的患者,2017—2018 年未进行主动筛查的患者为对照组,2019—2020 年进行主动筛查的患者为干预组。排除标准:入住急诊 ICU 时已经明确有 MDRO 感染的患者;治疗不足 24 h 自动出院者或死亡者;未能坚持系统治疗致资料不全者。

1.2 研究方法 干预组采用主动筛查,并对入科患者进行预先隔离措施直至筛查结果阴性。患者入科后均采用鼻咽拭子进行耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)筛查,直肠拭子 KPC 筛查,或其他存在活动性感染或定植的部位如伤口、引流部位、粪便及留置导管部位等进行 MDRO 主动筛查。在等待筛查结果期间,所有进入病房或隔离区的人员均执行接触隔离。对照组不进行主动筛查,在入科时按标准预防进行诊疗,根据临床病原学结果,在确认 MDRO 感染后,进行接触隔离。医护人员在进行诊疗的过程中确保合理使用抗菌药物,加强与患者及探视人员的沟通,同时医院也应加强对微生物实验室能力的建设。

1.3 调查内容 收集患者基本信息和临床资料,如性别、年龄、主要诊断、急性生理与慢性健康评分(APACHE-II 评分)、危险因素、病种、细菌学标本送检情况及结果、抗菌药物使用情况、住院日数、不良事件发生情况。

1.4 统计学方法 应用统计软件 SPSS 25.0 进行数据分析。计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验进行比较;计数资料以率(百分比)表示,采用 χ^2 检验进行比较; $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者感染情况 对照组(2017—2018 年)共有 1 834 例患者,医院感染发病率 7.91%,社区感染发病率 1.58%;干预组(2019—2020 年)共有 1 636 例患者,医院感染发病率 5.26%,社区感染发病率 2.32%;两组患者医院感染发病率比较,差异有统计学意义($P = 0.002$);社区感染发病率比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组患者感染情况见表 1。

表 1 干预组与对照组患者感染情况

Table 1 Infection of patients in intervention group and control group

组别	患者例数	医院感染		社区感染	
		例数	发病率(%)	例数	发病率(%)
干预组	1 636	86	5.26	38	2.32
对照组	1 834	145	7.91	29	1.58
χ^2			9.768		2.511
<i>P</i>			0.002		0.113

2.2 MDRO 感染患者基本资料 1 834 例对照组中 MDRO 感染患者 58 例, MDRO 感染率为 3.16%; 1 636 例干预组中 MDRO 感染患者 33 例, MDRO 感染率为 2.02%; 两组比较, 差异有统计学意义($\chi^2 = 4.442, P = 0.035$)。对照组患者平均年龄(63.95 ± 18.82)岁, APACHE-II 评分(22.76 ± 3.35)分; 干预组患者中平均年龄(61.52 ± 12.65)岁, APACHE-II 评分(23.45 ± 3.19)分。两组患者的年龄、APACHE-II 评分及其他基本资料比较, 差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 2。

表 2 两组患者中 MDRO 感染患者基本资料比较

Table 2 Comparison of basic data of patients with MDRO infection between two groups of patients

基本特征	干预组 (n = 33)	对照组 (n = 58)	χ^2	<i>P</i>	基本特征	干预组 (n = 33)	对照组 (n = 58)	χ^2	<i>P</i>
性别			1.523	0.217	侵入性操作				
男	23	47			气管插管	31	56	0.342	0.559
女	10	11			中心静脉置管	31	56	0.342	0.559
常见病种			9.504	0.379	留置导尿管	24	47	0.846	0.358
脑梗死	9	10			主要诊断			8.191	0.299
脑出血	6	6			心血管疾病	5	6		
重症肺炎	5	7			脑血管疾病	15	16		
急性心肌梗死	3	3			消化系统疾病	1	9		
心力衰竭	2	2			呼吸系统疾病	5	9		
消化道出血	1	5			创伤性疾病	3	4		
急性重症胰腺炎	0	4			泌尿系统疾病	0	2		
淋巴瘤	1	2			血液系统疾病	3	5		
多发伤	3	4			其他疾病	1	7		
其他疾病	3	15							

2.3 两组患者不同种类 MDRO 感染率比较 干预组耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌(CRAB)、多重耐药/泛耐药铜绿假单胞菌(MDR/PDR-PA)、产超广谱 β -内酰胺酶(ESBLs)细菌的例次感染率均低于对

照组, 差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。两组患者 MRSA、耐碳青霉烯类肠杆菌目细菌(CRE)、其他类别 MDRO 的例次感染率比较, 差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 3。

表 3 两组患者不同种类 MDRO 感染情况[例次(%)]

Table 3 Different types of MDRO infection in two groups of patients (No. of cases[%])

组别	患者例数	MRSA	CRE	CRAB	MDR/PDR-PA	ESBLs	其他 MDRO
干预组	1 636	5(0.31)	19(1.16)	12(0.73)	1(0.06)	9(0.55)	4(0.24)
对照组	1 834	5(0.27)	17(0.93)	42(2.29)	15(0.82)	28(1.53)	2(0.11)
χ^2		0.033	0.463	13.676	10.789	7.817	0.919
<i>P</i>		0.856	0.496	<0.001	0.001	0.005	0.338

2.4 两组患者不同部位 MDRO 感染率比较 对照组发生 MDRO 呼吸道感染 52 例次, 感染率为 2.84%;

干预组发生 MDRO 呼吸道感染 29 例次, 感染率为 1.77%; 两组比较, 差异有统计学意义($P = 0.038$)。

两组患者血流、泌尿道及其他部位 MDRO 感染率比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 4。

表 4 两组患者不同部位 MDRO 感染情况[例次(%)]

Table 4 MDRO infection at different sites of two groups of patients (No. of cases[%])

组别	患者例数	呼吸道	血流感染	泌尿道	其他部位
干预组	1 636	29(1.77)	11(0.67)	2(0.12)	4(0.24)
对照组	1 834	52(2.84)	10(0.55)	7(0.38)	8(0.44)
χ^2		4.283	0.232	1.359	0.922
P		0.038	0.630	0.244	0.337

2.5 两组患者住院日数、ICU 住院日数比较 干预组的平均总住院日数及 ICU 住院日数均低于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 5。

表 5 两组患者住院日数、ICU 住院日数比较($\bar{x} \pm s, d$)

Table 5 Comparison of hospitalization days and ICU hospitalization days between two groups of patients ($\bar{x} \pm s, d$)

组别	总住院日数	ICU 住院日数
干预组	33.73 ± 16.67	19.09 ± 10.17
对照组	44.14 ± 26.37	25.12 ± 13.18
t	5.096	1.616
P	0.044	0.026

2.6 两组 MDRO 感染患者医疗不良事件发生率比较 对照组 MDRO 感染患者医疗不良事件发生率为 25.86%,干预组为 6.06%,两组比较差异有统计学意义($P = 0.006$)。对照组 MDRO 感染患者因护理导致不良事件发生率为 20.69%,干预组为 3.03%,两组比较差异有统计学意义($P = 0.021$)。见表 6。

表 6 两组 MDRO 感染患者医疗不良事件发生情况[例(%)]

Table 6 Comparison of occurrence of adverse medical events between two groups of patients (No. of cases[%])

组别	例数	医疗不良事件	护理导致不良事件	其他不良事件
干预组	33	2(6.06)	1(3.03)	1(3.03)
对照组	58	15(25.86)	12(20.69)	3(5.17)
χ^2		7.566	5.357	0.23
P		0.006	0.021	0.632

2.7 主动筛查的灵敏度及特异度分析 主动筛查阳性率与细菌学培养阳性率比较,差异无统计学意义($\chi^2 = 3.814, P = 0.067$)。主动筛查灵敏度

为 87.13%,特异度为 97.29%。见表 7。表明主动筛查检测的 MDRO 结果与细菌学培养大致相同,有良好的特异性和敏感性。

表 7 主动筛查的敏感度和特异度

Table 7 Sensitivity and specificity of active screening

主动筛查	细菌学培养		灵敏度 (%)	特异度 (%)
	阳性	阴性		
阳性	149	37	87.13	97.29
阴性	22	1 328		

3 讨论

根据中国细菌耐药监测网 2014—2019 年的报告^[8]显示,我国 6 年间总体细菌构成和比例基本保持稳定,革兰阴性菌所占比率较革兰阳性菌所占比率高 1 倍以上,分别占 70.3%~71.5%、28.5%~29.7%;革兰阴性菌中居前 5 位的细菌分别为大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌、铜绿假单胞菌、鲍曼不动杆菌和阴沟肠杆菌,其中 MRSA 的检出率为 30.2%,耐碳青霉烯类的鲍曼不动杆菌、铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯菌、大肠埃希菌的检出率分别为 56.0%~60.0%、19.1%、10.9%、1.4%~1.9%;对第三代头孢菌素耐药的大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌的检出率分别为 51.9%、31.9%。本研究通过实行 MDRO 主动筛查对急诊 ICU 的医院感染进行防控,可为 ICU MDRO 感染的防控和治疗提供一定的理论基础和实践经验。

医院环境是一个复杂的生态系统,需要采取多种干预措施才能实现最佳的感染控制,MDRO 传播的控制策略应包括尽早确定并遏制 MDRO 的传播,这是 MDRO 感染控制措施的基础^[9]。研究^[10]指出,ICU 超过一半的 MDRO 感染由外院转入或从社区获得,应加强对 MDRO 来源的识别,采取更为有效、精准、及时且具有针对性的感染防控措施。本研究显示,主动筛查可以降低 ICU 患者的医院感染发病率,这与大多数研究结果一致。国内研究^[6]也提出 MDRO 主动筛查在 ICU 医院感染预防控制中有重要价值。另外,采取主动筛查,对患者进行早期病原学送检,可帮助识别 ICU 患者社区感染和定植情况,尤其对于重症感染者,对全身情况差、免疫力低下的患者,可根据细菌学及药敏试验结果进行早期预防或治疗。

我国卫生部在 1986 年建立了第一个全国性的医院感染监测网络,在 2011 年发布了预防和控制

MDRO 的技术指南,要求采取隔离、消毒、合理使用抗菌药物及对 MDRO 监测的措施。中国感染控制取得了重大进展,几乎所有医院都建立了感染控制团队^[11],但部分 MDRO 的发病率仍上升,如 CRAB,鲍曼不动杆菌属细菌作为条件性致病菌,主要与医疗保健相关的感染有关,包括呼吸机相关肺炎、中心静脉导管相关血流感染,尿路感染和伤口感染^[1]。由于 ICU 患者的特殊性,使 ICU 的细菌分布与整体的细菌分布不同。2010 年卫生部全国细菌耐药监测网对 ICU 来源细菌耐药监测的报告^[12]提示,我国 ICU 患者分离的细菌以革兰阴性菌为主,前 5 位分别是鲍曼不动杆菌、铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯菌、金黄色葡萄球菌和大肠埃希菌。最常见的标本来源是呼吸道,其次是血、尿等^[13]。本研究分离的 MDRO 主要有 CRAB、CRE、ESBLs、MDR/PDR-PA、MRSA 等,与上述菌种基本一致。本研究分离的 MDRO 主要标本来源也与全国数据相符,主要来自呼吸道、血、泌尿道、手术部位等。本研究显示,主动筛查可以降低 ICU 患者 MDRO 感染率,降低 CRAB、MDR/PDR-PA、ESBLs 感染率,降低呼吸道 MDRO 感染率。其原因可能为实施主动筛查可帮助判断 MDRO 感染、定植或污染,从而实施最佳的预防控制措施。

ICU 病房的患者往往合并基础疾病多、免疫功能低下、住院时间长,且预后不佳。抗菌药物耐药性削弱了患者对抗病原体的能力^[13],使死亡风险增高,延长患者的住院时间,当一线药物受到耐药性的限制或治疗效果不佳时,往往需要使用更高级的抗菌药物,治疗的经济成本和治疗时间也会增加,从而增加感染患者的住院费用和住院日数。有研究^[14]证明 MDRO 感染患者再次入院的可能性几乎高出普通感染患者的 3 倍,尤其是 MRSA 或 ESBLs 感染患者,MDRO 感染可能会导致更高的医院感染复发率。国内研究^[15]采取主动筛查联合包括隔离、手卫生、环境清洁、抗菌药物管理在内的集束化防控措施管控 ICU MDRO 感染,针对危险因素进行早期监测评估,以明确感染的病原微生物类型和感染灶,合理规范的使用抗菌药物,研究结果提示这种方法对于改善患者的预后、减少患者的平均住院日均能获益。本研究表明主动筛查可减少 MDRO 感染患者的总住院日数和 ICU 住院日数。

医疗不良事件的出现可能会降低医疗安全和质量,引起医患纠纷,造成医疗资源的浪费,对患者、家属、医护人员及医疗机构都会产生不同程度的影响,因而医疗安全不良事件的管理受到全国医疗机构的

重视。按照不良事件的危险程度将其分为 IV 级,其中最严重的为 I 级事件,是指发生错误造成患者死亡。以 III 级不良事件为主,可达到 50% 以上。研究^[16-17]表明,近 50% 的医疗不良事件是可以避免的。2015—2017 年全国数据表明,造成医疗不良事件一半以上的原因是基础护理、信息传递与接收、药品调剂与分发和导管操作^[18]。ICU 患者多为危重症患者,常常合并意识障碍、呼吸衰竭、血流动力学不稳定等危险因素,需使用大量的仪器及设备,留置多根管道,护理不当易导致患者病情恶化甚至可导致死亡。本研究所采取的干预措施,加大了医护人员的工作量和精神压力,可能会导致不良事件的发生,但由于患者处于隔离状态,医护人员在对其诊疗及护理过程中的管理更加规范,不断地强化整改措施带来益处可能会超过负面影响。本研究结果表明,主动筛查组患者的医疗不良事件发生率低于对照组,以降低护理所导致的不良事件发生率为主。

MDRO 感染诊断的确立依赖于临床表现结合实验室培养结果,治疗前应留取病原学标本进行检测和培养,并进行细菌药敏试验^[19],因此提高筛查的阳性率尤为重要。尽管在许多感染控制指南中,建议使用 MDRO 筛查来确定 MDRO 携带者,但主动筛查的敏感性和特异性仍受到部分医疗卫生机构及研究人员的质疑,如患者的年龄、住院时间^[20]、筛查频率、使用的拭子材料、仪器设备和实验室技术的差别等都可能影响筛查的阳性率,导致筛查难以标准化。本研究表明,对 MDRO 进行主动筛查,其敏感度和特异度均较高,对临床耐药菌的监测起良好作用。

综上所述,本研究结果表明,主动筛查可早期识别 MDRO 携带者,尽早了解 MDRO 感染和定植情况,可降低 ICU 医院感染率和 MDRO 感染率,尤其是减少呼吸道 MDRO 感染率。实施主动筛查可减少 MDRO 感染患者的总住院日数和 ICU 住院日数,以及减少医疗不良事件的发生。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] MacVane SH. Antimicrobial resistance in the intensive care unit: a focus on Gram-negative bacterial infections[J]. J Intensive Care Med, 2017, 32(1): 25-37.
- [2] Lemmen SW, Lewalter K. Antibiotic stewardship and horizontal infection control are more effective than screening, isolation and eradication[J]. Infection, 2018, 46(5): 581-590.

- [3] Strich JR, Palmore TN. Preventing transmission of multidrug-resistant pathogens in the intensive care unit[J]. *Infect Dis Clin North Am*, 2017, 31(3): 535 - 550.
- [4] Robotham JV, Deeny SR, Fuller C, et al. Cost-effectiveness of national mandatory screening of all admissions to English National Health Service hospitals for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: a mathematical modelling study[J]. *Lancet Infect Dis*, 2016, 16(3): 348 - 356.
- [5] 顾克菊, 沈永红. 实施主动筛查防控重症监护病房多重耐药菌传播流行[J]. *中国感染控制杂志*, 2016, 15(6): 401 - 404.
Gu KJ, Shen YH. Implementation of active screening for preventing and controlling the spread of multidrug-resistant organisms in intensive care unit[J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2016, 15(6): 401 - 404.
- [6] 曾秀玉, 张华平, 陈夏容, 等. 多药耐药菌主动筛查在 ICU 医院感染预防控制中的价值[J]. *中华医院感染学杂志*, 2016, 26(10): 2373 - 2375.
Zeng XY, Zhang HP, Chen XR, et al. Value of active screening of multidrug-resistant organisms in control of nosocomial infections in ICU[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2016, 26(10): 2373 - 2375.
- [7] 祝丽君, 陈上仲, 林晨. 隔离干预对控制重症监护病房多重耐药菌定植的研究[J]. *中国消毒学杂志*, 2020, 37(10): 744 - 747.
Zhu LJ, Chen SZ, Lin C. Study on isolation intervention to control multi-drug resistance colonization in ICU[J]. *Chinese Journal of Disinfection*, 2020, 37(10): 744 - 747.
- [8] 全国细菌耐药监测网. 全国细菌耐药监测网 2014—2019 年细菌耐药性监测报告[J]. *中国感染控制杂志*, 2021, 20(1): 15 - 30.
China Antimicrobial Resistance Surveillance System. Antimicrobial resistance of bacteria: surveillance report from China Antimicrobial Resistance Surveillance System in 2014 - 2019 [J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2021, 20(1): 15 - 30.
- [9] Backman C, Taylor G, Sales A, et al. An integrative review of infection prevention and control programs for multidrug-resistant organisms in acute care hospitals: a socio-ecological perspective[J]. *Am J Infect Control*, 2011, 39(5): 368 - 378.
- [10] 李占结, 刘波, 李惠芬, 等. ICU 多重耐药菌感染分布与来源研究[J]. *中华医院感染学杂志*, 2019, 29(8): 1165 - 1170.
Li ZJ, Liu B, Li HF, et al. Study on distribution and source of multi-drug resistant bacteria infection in ICUs[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2019, 29(8): 1165 - 1170.
- [11] Zong ZY, Wu AH, Hu BJ. Infection control in the era of antimicrobial resistance in China: progress, challenges, and opportunities[J]. *Clin Infect Dis*, 2020, 71(Suppl 4): S372 - S378.
- [12] 朱任媛, 张小江, 杨启文, 等. 卫生部全国细菌耐药监测网 2011 年 ICU 来源细菌耐药监测[J]. *中国临床药理学杂志*, 2012, 28(12): 905 - 909.
Zhu RY, Zhang XJ, Yang QW, et al. Ministry of Health Na-
- tional Antimicrobial Resistance Investigation Net annual report of 2011: surveillance of antimicrobial resistance in bacteria from intensive care units[J]. *The Chinese Journal of Clinical Pharmacology*, 2012, 28(12): 905 - 909.
- [13] Barrasa-Villar JL, Aibar-Remón C, Prieto-Andrés P, et al. Impact on morbidity, mortality, and length of stay of hospital-acquired infections by resistant microorganisms[J]. *Clin Infect Dis*, 2017, 65(4): 644 - 652.
- [14] 张映喜, 杨宝军, 孟冬梅. 耐药菌筛查联合组合式降阶梯集束化防控降低 ICU 感染的疗效分析[J]. *四川医学*, 2018, 39(2): 172 - 176.
Zhang YX, Yang BJ, Meng DM. Analysis of the therapeutic effect of drug resistant bacteria screening combined with combined descending ladder cluster control to reduce ICU infection [J]. *Sichuan Medical Journal*, 2018, 39(2): 172 - 176.
- [15] Mutters NT, Günther F, Frank U, et al. Costs and possible benefits of a two-tier infection control management strategy consisting of active screening for multidrug-resistant organisms and tailored control measures[J]. *J Hosp Infect*, 2016, 93(2): 191 - 196.
- [16] Halfon P, Staines A, Burnand B. Adverse events related to hospital care: a retrospective medical records review in a Swiss hospital[J]. *Int J Qual Health Care*, 2017, 29(4): 527 - 533.
- [17] Sanchez JA, Lobdell KW, Moffatt-Bruce SD, et al. Investigating the causes of adverse events[J]. *Ann Thorac Surg*, 2017, 103(6): 1693 - 1699.
- [18] 张艳丽, 麻国强, 赵骥, 等. 我国医疗安全(不良)事件大数据分析 & 策略研究[J]. *中国医院管理*, 2020, 40(8): 29 - 32.
Zhang YL, Ma GQ, Zhao J, et al. Analysis of big data and strategy research on medical safety (adverse) events in China [J]. *Chinese Hospital Management*, 2020, 40(8): 29 - 32.
- [19] 倪明, 田德英. 细菌耐药——挑战与对策[J]. *医药导报*, 2016, 35(3): 219 - 223.
Ni M, Tian DY. Bacterial resistance—challenges and strategies[J]. *Herald of Medicine*, 2016, 35(3): 219 - 223.
- [20] 温剑艺, 覃铁和, 王首红, 等. ICU 老年患者多重耐药菌主动筛查情况及危险因素分析[J]. *中国药房*, 2018, 29(2): 199 - 203.
Wen JY, Qin TH, Wang SH, et al. Analysis of active screening and risk factors for multidrug-resistant organisms in elderly patients of ICU[J]. *China Pharmacy*, 2018, 29(2): 199 - 203.

(本文编辑:陈玉华)

本文引用格式:陈玉,张朝辉,樊发超.应用主动筛查预防与控制重症监护病房患者多重耐药菌感染[J].*中国感染控制杂志*,2022,21(2):190-195. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20221643.

Cite this article as: CHEN Yu, ZHANG Chao-hui, FAN Fa-chao. Application of active screening to prevent and control multi-drug-resistant organism infection in patients in intensive care unit [J]. *Chin J Infect Control*, 2022, 21(2): 190 - 195. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20221643.